青函地域の下部更新統から産出する暖流系有孔虫化石と 古対馬海流の流出路*

根本直樹**

Warm water foraminiferal fossils from the lower Pleistocene in the Seikan district, North Japan and path of paleo-Tsushima current*

NEMOTO, Naoki**

Abstract

Foraminiferal fossils from the lower Pleistocene around Seikan district were investigated to reconstruct palegeography in this district. Warm water planktonic foraminiferal fossils occurred from two horizons. Planktonic fauna from these horizons were slightly different. Lower horizon was characterized by occurrence of *Globorotalia inflata inflata*, and upper *Globigerinoides ruber*. Warm water benthic foraminiferal species such as *Hanzawaia nipponica* and *Paracassidulina sagamiensis*, were accompanied with only the upper horizon. This difference may be reflect the character of the warm currents. Early warm current might not be warm enough for *G. ruber*. These warm currents might flow through the paleo-Tsugaru Strait. Warm water foraminiferal fossils from the lower Pleistocene strata in the Seikan district might be brought by branches of those warm currents.

Key words: foraminiferal fossil, paleogeography, warm current, early Pleistocene, Seikan district

1. はじめに

鮮新世以降の日本周辺では氷河性海水準変動と日本 列島の隆起・離水が相まって海陸分布の急激な変化が 起き,それが日本海への暖流の間欠的流入とそれに起 因する様々な環境変化を引き起こした.そのような変 化はおもに北陸地域で明らかにされているが(たとえ ば高田,2000; Kitamura et al.,2001),その地理的 広がりは充分に解明されていない.また,Kitamura et al.(2001)は日本海に流入した暖流の流出口が日本 海沿岸地域の環境に与えた重要性も指摘しているが, 流出口の位置に関しては津軽海峡とする見解と北海道 渡島半島の黒松内低地帯とする見解がある(たとえば Ogasawara,1986;長谷川,1993).流出口の候補の 1つは津軽海峡であるので,同海峡を挟む青函地域に 分布する鮮新統-更新統から古環境を解読すれば,流 出口に関する情報が得られると期待される.本研究で は、津軽平野東縁、津軽半島南東部、函館平野西縁お よび下北半島北東部に分布する下部更新統から有孔虫 化石を検出し、各地域での古環境変動を推定すること により、暖流の流出口の特定に貢献することを目的と した.

2. 対象とした下部更新統

本研究で扱う下部更新統は,津軽平野東縁および津 軽半島南東部の大釈迦層(図1の①,②),函館平野 西縁の富川層(図1の③),および下北半島北東部の 浜田層(図1の④)である.各層の概要を以下に述べ る.

1)各層の概要

大釈迦層の名称は Nomura and Hatai (1935)の

2006年2月28日受付, 2006年6月21日受理

*第124回化石研究会例会で発表

**〒036-8561 青森県弘前市文京町3, 弘前大学理工学部地球環境学科 Faculty of Science and Technology, Hirosaki University, Hirosaki, Aomori 036-8561, Japan. E-mail address: nemoto@cc.hirosaki-u.ac.jp



図1 調査地域の位置.①:津軽平野東縁、②:津軽半島南東部、③:函館平野西縁、④:下北半島北東部.津軽半島の大釈迦層は北部では蟹田層と呼ばれる.濃いハッチで示した地域は本論で対象とした地層の分布地域を、四角で示した地域は試料採取の概略の位置を表す.

Daisyaka shell-bed に由来する.本層は模式地である 青森市浪岡大釈迦の旧大釈迦トンネル付近を中心とし てほぼ南北に分布し,北は外ヶ浜町で蟹田層に側方変 移し,南は黒石市の浅瀬石川南岸にまで分布する.

模式地を含む津軽盆地東縁の本層は、粗粒砂岩を主 とし、軽石凝灰岩、細粒凝灰岩、細-中礫岩および細 - 中粒砂岩を挟む. Tabuki (1983) は本層を下部ユ ニットと上部ユニットに二分した. 上部ユニットには 細粒砂岩あるいはシルト岩が挟まれる. 本層の層厚は 下部ユニットが北へ尖滅するために著しく変化し、浪 岡川以北で130-280m、以南では約600m である. 本 層は下位の中新-鮮新統を不整合に覆う.

津軽半島南東部の大釈迦層下部は斜交層理が発達し た細-中粒砂岩,中部は暗灰色で塊状の細-中粒砂岩 からなる.上部は灰白色で塊状の中-粗粒砂岩からな り,円礫や貝化石を含む.本層の層厚は約800mであ る.下位の土筆森山層を不整合に覆う.

函館平野西縁に分布する富川層は金谷・須槍 (1951)により命名された.本層の模式地は北海道上 磯郡上磯町富川の南の海成段丘崖である.本層は模式 地から北北西に向かい帯状に分布し,層厚は約200m である.本層は主に青灰色で塊状の細粒砂岩からな り、貝化石および生痕化石を含む.本層下部には化石 層および細-中礫層が挟まれる.本層中部では緑灰色 で塊状のシルト岩および砂質シルト岩が優勢である. 本層は中新統茂辺地川層を不整合に覆う.

浜田層は半沢(1954)により命名された.青森県下 北郡横浜町浜田が本層の模式地である.本層はむつ市 田名部からむつ湾東岸を経て小川原湖周辺にかけての 低地に分布する.本層の層厚は約480mである.本層 は下部が主に凝灰質粗粒砂岩,中部が石灰質中粒砂 岩,上部がシルト岩からなる.後述の調査ルートでは 中部は近川砂岩部層(北村・藤井,1962)と呼ばれる.

2) 3層の対比

津軽平野東縁に分布する大釈迦層の下部ユニットからは、1.45±0.21Maおよび1.55±0.20MaのK-Ar 年代が得られている(根本、1998).一方、大釈迦層 に不整合に重なる鶴ケ坂層の年代は0.65Ma前後と考 えられている(村岡・高倉、1988;村岡、1991).し たがって、津軽平野東縁に分布する大釈迦層の年代は ほぼ1.55~0.65Maの範囲に収まる.一方、津軽半島 南東部では、大釈迦層に不整合で接する下位の土筆森 山層からは2.9±0.3MaのFT年代が報告されており (根本、2000)、大釈迦層の上位には鶴ケ坂層が不整 合に重なる.したがって、本地域の大釈迦層の年代は

信に重なる. したかって、本地域の人状処層の年代は 2.9~0.65Maの範囲に収まるが、津軽平野東縁の大 釈迦層から連続して分布することから、ほぼ1.55~ 0.65Maと考えられる.さらに、畑・根本(2005)は浮遊 性有孔虫*Neogloboquadrina pachyderma*(Ehrenberg) の巻き方向から、試料 SET 1 より上位の層準は1.27 Ma 以降に堆積したと考えた.函館平野西縁の冨川層 は珪藻化石の*Actinocyclus oculatus* Zone あるいは *Rhizosolenia curvirostris* Zone に相当し(秋葉, 1981), これらの化石帯の年代は斎藤(1999)によると2.0~ 0.3Maである.下北半島北東部の浜田層上部は Takayama and Sato (1987)の石灰質ナンノ化石の基 準面 7~9の範囲に相当し(菅原ほか, 1997),それ らの年代は1.27~1.16Maである(佐藤ほか, 1999).

3. 試料

本研究で用いた試料は、以下の通りである.津軽平 野東縁の大釈迦層では亀丸・根本(1991)のNAMセ クションのデータを再検討し、さらに青森市孫内の滝 沢から得られたデータ(試料OTA1-7;大串・根 本, in press)を加えた.津軽半島南東部の大釈迦層 では、畑・根本(2005)が浮遊性有孔虫化石を報告し た2試料(DAI2,SET1)に、根本(1996)の NIK1のデータを再検討して加えた.DAI2および SET1は大釈迦層上部の砂岩から採取され、DAI2が SET1より上位である.NIK1はコア試料で、柱状図



図2 函館平野西縁の地質概略図(左)と試料採取位置(右).

はカッティングスに基づき作成されている.そのため 詳細な岩相変化が記載されておらず,畑・根本 (2005)の試料との関係は不明である.しかし,NIK 1が大釈迦層の比較的中位から採取されているのに対 し,畑・根本(2005)の2試料は上部から採取されて いるので,NIK1は畑・根本(2005)の試料より下位 に位置すると判断した.

函館平野西縁の冨川層では,上磯町の細小股沢から 採取した試料を用いた(図2).下北半島北東部に分 布する浜田層では,むつ市近川に分布する近川砂岩部 層から得たデータ(根本・吉本,2001)を再検討して 用いた.

4. 結果

津軽平野東縁の大釈迦層では、Tabuki (1983)の 上部ユニットから有孔虫化石が産出した.浮遊性有孔 虫は全般に Globigerina bulloides d'Orbigny, Globigerina quinqueloba Natland および Neogloboquadrina incompta (Cifelli)が優勢であった(図3,表1).また、試料 OTA6(上部ユニット下部)からGloborotalia inflata inflata d'Orbignyが多産した.さらに、試料 NAM 1,2(上部ユニット中部)からはGlobigerinoides ruber (d'Orbigny)が産出した.底生有孔虫は、上部 ユニット下部ではCibicides spp.が優勢で、Islandiella sublimbata (Asano and Nakamura)やBolivina decussata Bradyを伴うことが多い(図3,表2).中部の試料 では、Bolivina robusta Brady および Paracassidulina

表1 青函地域の下部更新統から産出した主な浮遊性有孔虫化 石の相対頻度.dex./total N. pachyderma (%)は Neogloboquadrina pachyderma に占める右巻き個体の 割合で、10個体以上産出した試料でのみ示した.

Area	Formation	sample	Globigerina bulloides	Globigerina quinqueloba	Globigerina spp.	Globigerinita uvula	Globigerinoides ruber	Globorotalia inflata inflata	Globorotalia inflata praeinflata	Neogloboquadrina dutertrei	Neogloboquadrina incompta	Neogloboquadrina pachyderma (dex.)	Neogloboquadrina pachyderma (sin.)	Actually counted planktonic foram.	dex./ total N. pachyderma (%)
asin		NAM2 NAM1	38.7 39.1	16.9 8.2	4.9	2.2 1.2	12.6			2.9 6.2	18.6 16.5	2.1	1.9 0.4	413 243	_
BB	on	OTA1	35.6	42.5	0.3	0.3	1010			018	16.8	1.0	1.3	388	-
gari		OTA2	19.5	26.0	0.5	1.4					35.8	2.8	0.5	215	_
ern margin of Tsug		OTA3	34.0	28.2	2.1					1.1	30.9		0.5	188	-
	nati	OTA4	27.9	30.2		0.8		1.5			30.9	1.9	0.8	262	-
	a Forn	OTA5	19.6	35.2	0.4	0.4		9.0			27.2	1.4	0.6	489	70.0
		OTA6	9.5	27.3	0.5			30.3	0.5		18.2	1.0	3.0	198	-
	ak	OTA7	16.6	33.7	3.1	0.6					40.5			163	-
	aist	NAM6	19.5	44.1	0.4						30.1	1.3	0.4	236	-
ast	ص	NAM3	25.7	35.9	1.0	0.4	1.4				33.0	0.4	0.7	276	-
-	ł	INAM9	37.1	34.5	1.0	0.5	1.4				25.5	1.0	10.5	280	-
SETP		SET1	28.5	15.7	13.4	47	3.5			23	87	1.9	6.4	172	0.9
		NIK1	10.5	19.3	1.8	7.0	5.5		19.3	12.3	0.7		53	57	0.0
		HOSI	19.3	21.3	1.1	7.1			17.5	0.3	6.0	1.1	29.0	352	3.8
<u> </u>	⁄a Fm.	HOS2	18.4	28.4	1.9	5.7					5.7	0.8	29.5	261	2.5
late		HOS4	12.5	19.5	0.4	1.2					19.5	0.4	37.1	256	1.0
l S	aw	HOS7	1.0	51.0	1.0						12.4	0.5	21.9	402	22.2
Ha	힘	HOS8	7.0	36.7	1.4	1.0	0.5				16.7	1.0	28.0	414	3.3
l≥.	Lo l	HOS9	3.7	1.4		8.4				1.9	25.6	2.8	43.3	215	6.1
Ĺ		HOS10	0.6	44.3	2.2	1.3	0.6	4.0		0.9	3.2	0.4	19.9	906	2.20
8		CHI4	7.8	61.5	7.3	9.3	0.5			0.5	5.4		3.4	205	-
sula		CHIS	23.3	28.1	10.7	17.4	1.9			0.6	9.1	0.3	1.6	317	
Di.		CHI6	23.4	23.9	7.0	8.0	4.5			0.5	14.9		3.0	201	0.0
Northearstern Shimokita Per	5	CHI/	0.2	41.8	1.9	2.5	0.6	10			9.0		21.5	104	0.0
	ati		13.8	28.8	10.6	2.1	0.5	1.0			7.0	1.6	20.0	378	5.0
		CHIIO	0.5	28.0	5.2	3.6	1.0			0.5	3.6	2.1	34 7	193	5.5
	Ĕ	CHILL	20.0	24.9	5.4	0.5	1.0	10		1.5	2.0	1.0	36.1	205	2.6
	ade	CHI12	8.6	57.6	5.9	0.8				1.0	16.5	0.8	5.5	255	12.5
	an	CHI14	10.3	57.2	2.8	3.4					15.0	0.6		320	-
	=	CHI16	5.9	42.3	5.9	2.3		21.6	0.9	0.5	14.0	1.4		222	-
		CHI17	16.2	52.9	1.5	4.8		0.7			14.7	1.5	2.2	272	40.0
		CHI18	19.0	48.0	12.7	3.2		1.8			9.5	1.4	0.9	221	-
Ľ		CHI19	33.6	16.6	3.8		0.5	2.4			20.4	7.1	10.0	211	41.7
SE	TP =	Southea	stern '	Tenos	ru Per	nineul	9								

samamiensis (Asano and Nakamura)が共通して優勢 であった.

津軽半島南東部の大釈迦層では,浮遊性有孔虫は全 般に G. bulloides および G. quinqueloba が優勢であっ た (表1). さらに, NIK 1 では Globorotalia inflata praeinflata (Maiya, Saito and Sato) および Neogloboquadrina dutertrei (d'Orbigny)が, DAI 2 では N. incompta およ び Neoglobpquadrina pachyderma が多産した.また, SET 1 からは G. ruber が産出した.本地域の大釈迦 層の底生有孔虫群集は, 層準により異なる (表2).

NIK 1 では Angulogerina ikebei Husezima and Maruhasi, B. decussata および Cibicides spp.が, SET 1 では Cibidides lobatulus (Walker and Jacob), Heterolepa praecinctus (Karrer)および P. sagamiensis が, DAI 2 では Islandiella setanaensis (Asano and Nakamura)お よび I. sublimbata が, それぞれ優勢であった.また, SET 1 では Cibicides refulgens (Montfort) および



図3 津軽盆地北東縁に分布する大釈迦層上部ユニットから産出した主要な有孔虫タクサの層準による相対頻度の変化.

Hanzawaia nipponica Asano も一定の産出を示した. 函館平野西縁の富川層では,浮遊性有孔虫は全般に G. quinqueloba および N. pachyderma が優勢で,G. bulloides および N. incompta を伴う(図4,表1).ま た,富川層の基底部からはG. inflata inflata が産出し た. 底生有孔虫は I. sublimbata が卓越し, Buccella tennerima (Bandy), Cassidulina reniforme (Norvang) を伴う(図4,表2).

下北半島北東部の浜田層近川砂岩部層では、浮遊性 有孔虫は全般に G. quinqueloba が優勢で, G. bulloides, N. incompta および N. pachyderma を伴う (図5,表1). 近川砂岩部層下部にG. inflata inflata の多産する層準があり,同部層上部にはG. ruber の 産出が認められた. 底生有孔虫は下-中部で C. lobatulus と Cibicides spp.が優勢で C. refulgens を伴 い,下部では I. sublimbata を伴う. 最上部では Elphidium excavatum (Terquem) および Nonionellina labradorica (Dawson)が優勢となる.

5. 考察

1) 青函地域における前期更新世の一般的表層環境

対象とした各層の浮遊性有孔虫群集は, Globigerina bulloides, Globigerina quinquelobaおよびNeogloboquadrina incompta が優勢であった.日本近海ではG. bulloides およびG. quinquloba は低塩分冨栄養な表層水塊に対 応し(Domitsu and Oda, 2005), N. incompata は暖流 と寒冷な水塊が混合する海域に生息する(Takemoto and Oda, 1997; Domitsu and Oda, 2005).したがっ て,これらの地層は暖流と寒冷な水塊が混合する低塩 分富栄養な海域に堆積したと推定される.尾田・嶽本

(1992) により親潮水域の優勢種とされた N. pachyderma は,富川層および浜田層で優勢であった.したがって,富川層および浜田層堆積時の表層水 温は,大釈迦層堆積時の表層水温に比べ低かったか, これらが同時に堆積したとすれば当時の津軽地域の方 が温暖であったと推定される.

2) Globigerinoides ruber の多産層準

津軽平野東縁の大釈迦層では Globigerinoides ruber が10%以上産出する層準(NAM1,2)があり,津

Area	Formation	sample	Angulogerina ikebei	Bolivina decussata	Bolivina robusta	Buccella tenerrima	Bulimina marginata	Cassidulina reniforme	Cibicides lobatulus	Cibicides refulgens	Cibicides subdepressus	Cibicides spp.	Elphidium excavatum	Elphidium subarcticum	Hanzawaia nipponica	Heterolepa praecinctus	Islandiella japonica	Islandiella norcrossi	Islandiella setanaensis	Islandiella sublimbata	Islandiella yabei	Nonionellina labradorica	Paracassidulina sagamiensis	Porosorotalia makiyamai	Rosalina spp.	Actually counted benthic foram.
ISIN		NAM2	0.4		13.0	3.1	0.8		3.4	3.4		3.8			6.5		0.5						7.3	15.2	2.7	261
Ba		NAMI OTA1	20	20.2	/.9	7.9	0.5	20	9.5	2.6	0.8	4.8			3.7		0.5	0.5	0.5	10.9			5.5	15.3	/.4	189
aru		OTA2	2.0	20.5	1.0	2.5	1.0	2.0	5.1	1.5	0.8	10.5	03	03	24		1.0	14	1.0	9.0				14	4.5	295
gns	B	OTA3	1.0	6.1	1.0	1.9	1.0	5.5	9.6	0.6	0.7	14.1	0.3	0.3	2.4		0.6	1.7	1.0	10.3				1.4	7.1	311
ern margin of T	ati	OTA4	2.6		1.1	2.3		6.0	8.3	2.6		12.1	1.5		0.8		1.5	0.8	1.1	15.8					10.2	265
	L H	OTA5	0.8	9.7	0.3	1.7		5.2	7.5	1.1		13.5	0.8		0.3		1.7		1.7	16.6				0.8	6.4	362
	a Fe	OTA6	0.3	9.5	3.7	1.7		2.3	6.6	0.9	1.2	12.1	1.2	2.6	0.9		0.3	0.9		13.8				0.9	4.3	347
	ak	OTA7		2.9	3.2	3.2	0.9	0.6	9.7	1.5	0.9	15.0			2.7		0.1	0.6		5.0				1.2	3.8	339
	aisł	NAM6	0.5	3.1	1.0	2.6		12.5	1.6	3.6	1.6	28.1					0.5	2.1		1.6	0.5				2.1	192
Bast	ļΫ	NAM3	1.0	10.6	3.3	3.3	0.3	1.7	2.0	3.6	5.6	20.2	2.3		0.7	0.3				2.0		0.4			1.7	302
1	{	DAI2		2.2	3.1	3.0	1.8	1.0	0.9	1.8	2.1	18.7	1.3		0.4	0.9			10 /	21.4	0.4	0.4		1.9	4.0	225
L.		SET1				0.3		1.0	16.2	9.3	5.1	63	0.3	0.5	6.0	11.2			10.4	51.4	0.4		11.5	1.0	3.6	365
SE		NIK1	15.1	20.8		0.5		1.9	10.2	7.5		18.9	0.5	0.0	0.0	11.2				1.9			11.0		5.7	53
	1.	HOS1	10.6	11.6		1.8		9.2				4.9	7.4	2.1			7.7			19.0	8.1	1.8				284
e P	E	HOS2	2.7	0.5		5.9		0.5			1.1	4.3	3.2	3.2			23.4			10.8	30.8	0.5				185
dat	va	HOS4	0.6	2.6	0.3	6.1	4.2	5.2	4.8		11.6	6.1	1.3	11.3	1.9					7.7		1.0	0.3	0.6	0.3	310
ako	omokav	HOS7	3.2	4.3		10.1		13.3	1.1	•	0.5	2.7	9.6	3.7			0.5		2.1	30.9	1.1	0.5		1.1		188
W. Ha		HOS8	1.9	2.5	0.3	3.0		12.0	1.4	3.0	1.9	2.5	2.7	2.5	0.5			14.0	1.4	23.8	0.8	0.3	0.4		2.5	365
	Ĕ	HOS10	1.9	0.8	0.4	5.0		15.8	2.1	2.1	00	2.5	4.0	12	17		0.4		1.5	26.0		0.4	0.4	17	1.9	200
-		CHI4		0.0	1.4	9.6		0.5	0.5	1.8	0.5	0.0	30.6	3.7	0.5		0.4	14	0.4	1.4		15.5	0.0	1.7	ч.5	219
Northearstern Shimokita Peninsula		CHI5			3.7	2.0		2.6	3.4	4.5	0.5	6.5	50.0	1.1	0.6	0.9		1.1		0.3		15.5	0.3		6.8	352
		CHI6		0.8	2.3	1.1	0.8	1.1	9.1	7.2	0.8	6.1		1.5	2.7									0.8	3.8	264
		CHI7	0.6	5.2	0.8	2.5		1.9	4.4	20.7	0.3	5.0	2.8	0.3	0.8			0.6		0.8				1.4	2.5	362
	tio	CHI8	0.5	5.8		5.3		6.3	1.9	9.7	1.4	5.8	17.9	6.8	1.0					1.4		0.5		2.4	1.9	207
	lma	CHI9	4.3	8.9	0.8	5.4		3.5	1.9	7.4		3.1	12.8	5.4	1.2		0.4	2.3	0.4	9.3		0.4		1.2		258
	Fo	CHI10	0.5	0.5	1.0	0.5		0.5	12.9	6.7	•	10.5	0.5	0.5	3.8	1.4			0.5	0.5			0.5	1.4	1.9	210
	lda	CHIII	1.0	12.2	1.0	0.5		2.0	10.4	12.4	2.0	16.3	5.4	8.9	7.4				0.2	1.0			0.5	2.0	1.0	202
	ame	CHI12 CHI14	$\begin{bmatrix} 1.0 \\ 0.7 \end{bmatrix}$	15.2	0.4	4.4		9.8	11.9	1.0		27.5	0.7	5.4 0.7	0.3				0.3	2.1					0.7	295
	Ϊ	CHI16	0.7	5 2	0.4	2.8		2.5	0.2 19.0	1.1	03	29.1	0.4	44	0.8					63					0.7	363
		CHI17	1.7	1.7		4.2		0.6	31.4	3.1	0.3	21.5	2.8	3.1	0.6					11.9					0.6	353
		CHI18	0.8	1.5		1.9		1.1	16.5	12.0		21.4	2.6	5.3	1.5					7.1				1.1	1.5	266
Ľ		CHI19	1.8	0.3	0.3	5.7			27.6	7.5		21.3	0.6	7.8			0.3			5.1				0.3		333
O.F.					_																					

表2 青函地域の下部更新統から産出した主な底生有孔虫化石の相対頻度.

SETP = Southeastern Tsugaru Peninsula

軽半島南東部の大釈迦層および下北半島北東部の浜田 層では4%前後産出する層準(SET1, CHI6)が認 められた. G. ruber は,黒潮水域に多産し(尾田・嶽 本,1992),対馬暖流の指標種とされている (Kitamura et al., 2001).津軽平野東縁の大釈迦層の G. ruber 産出層準からは,Bolivina robusta, Hanzawaia nipponica, Paracassidulina sagamiensis が上下の層準 より多く産出した.また,前2種は浜田層のCHI6 にも認められた.的場・本間(1986)および長谷川 (1989)によれば, B. robusta および H. nipponica は 対馬暖流中層水に特徴的な種とされている.現在の日 本周辺における P. sagamiensis の分布は明らかではな いが,本州南部太平洋側の新生界から産出報告がある (Nomura, 1984).浮遊性有孔虫化石と底生有孔虫化 石の両方から,これらの層準は暖流の影響下で堆積し たと推定される.太平洋側の暖流(黒潮)が東北日本 に沿って北上することはコリオリカから考えにくいの で,青函地域の下部更新統から産出する G. ruber は 日本海を北上した暖流,すなわち古対馬海流によりも たらされたと判断される.

3) Globorotalia inflata の多産層準

Globorotalia inflata inflata または G. inflata praeinflata は、津軽平野東縁の大釈迦層の OTA 6、津軽半島南 東部の大釈迦層の NIK 1、および下北半島北東部の 浜田層の CHI16で多産し、函館平野西縁の富川層の HOS10からも4%産出した. G. inflata は黒潮前線域 に多い種とされる(尾田・嶽本, 1992).

日本海沿岸地域の鮮新統には、G. inflata 系列の



図4 函館平野西縁に分布する富川層から産出した主要な有孔虫タクサの層準による相対頻度の変化. 柱状図の凡例は図3参照.

Globorotalia orientalis (Maiya, Saito and Sato) が多 産する層準が認められる (たとえば花方・渡邉, 2001). N. pachyderma は寒冷な海域では左巻き個体が 多くなるが (たとえば Kitazato, 1978), G. orientalis と共産する N. pachyderma は右巻き個体が多いことか ら,花方・渡邉 (2001) は当時の対馬海峡付近の表層 水温は G. orientalis には高温過ぎ, G. orientalis は津 軽海峡を通って太平洋から日本海に流入したと考え た.

しかし,本論で扱っている下部更新統の層準では N. pachyderma は左巻き個体が多く(表1),北陸地方 の下部更新統大桑層ではG. inflata と花方・渡邊 (2001)が対馬暖流の直接的影響を表すとしたG. ruber が共産している(Kitamura et al., 2001).この ことから,少なくとも日本海沿岸地域の更新統からの G. inflata の産出は,日本海における暖流の北上を表 すと考えられる.

4) 暖流系種の産出層準の時代論

以上のように青函地域での暖流系有孔虫化石の産出 は、古対馬海流(暖流)の日本海北上という広域的イ ベントを反映している.したがって、これらの産出に よる広域対比も可能なはずである.

東北日本の日本海沿岸地域に分布する鮮新 - 更新統 中には Globorotalia inflata (s. l.) が卓越する 3 つの層 準があると考えられ、これらは上位から順に No. 1, No. 2および No. 3 G. inflata bed と呼ばれてきた(工 藤, 1967). 米谷 (1978) によると, No. 3 G. inflata bed では G. orientalis および G. inflata praeinflata が卓 越し,一方 G. inflata inflata は欠如する. No. 2 G. inflata bed では G. inflata praeinflata および G. inflata inflata が卓越し、一方 G. orientalis は希である. 一方, 根 本・吉本 (2001) は G. inflata inflata の多産層準は米 谷(1978)の浮遊性有孔虫化石帯の Neogloboquadrina pachyderma (dextral) / Globorotalia orientalis Zone 上 部, すなわち No. 2 G. inflata bed にも見られること を示した.以上をふまえると、津軽半島南東部の大釈 迦層のNIK1の群集はNo.2G. inflata bedに、津軽 平野東縁の大釈迦層の OTA 6 および下北半島北東部 の浜田層の CHI16は No. 1または No. 2 G. inflata bed にそれぞれ対比される. また, 函館平野西縁の冨川層 の HOS10は G. inflata inflata の 産 出 頻 度 が 低 い が, No. 1または No. 2 G. inflata bed の近傍の層準の可能 性が高い.

No. 2 G. inflata bed の 基底は Takayama and Sato



図5 下北半島東部に分布する浜田層近川砂岩部層から産出した主要な有孔虫タクサの層準による相対頻度の変化. 柱状図の凡例は 図3参照.

(1987)による石灰質ナンノ化石の基準面9と10の間に 位置する(佐藤ほか,1988). これらの基準面の年代 は、それぞれ1.27および1.45Maである(佐藤ほ か,1999). No.2 G. *inflata* bedの上限はTakayama and Sato (1987)の基準面7と8の間に位置する(佐 藤ほか,1988). これらの基準面の年代は、それぞれ 1.16および1.21Maである.

No. 1 G. inflata bed は 村 松 (1983) が0.8±0.12 Ma のフィッション・トラック年代を報告した火山灰 層より下位である(佐藤ほか, 1987). また, No. 1 G. inflata bed は 米 谷 (1978) の N. pachyderma (sinistral) / Neogloboquadrina incompta Zone の基底 に現れるが, この層準では暖海生浮遊性有孔虫が出現 する. 佐藤ほか (1988) は基準面4と5 (それぞれ 0.51, 0.85Ma; 佐藤ほか, 1999)の間に暖海生浮遊 性有孔虫化石の産出を認めている. したがって, No. 1 G. inflata bed の年代は0.8~0.85Ma である.

下北半島北東部の浜田層は, Takayama and Sato (1987)の基準面6 (0.95Ma; 佐藤ほか, 1999)よ り古いので, 浜田層のCHI16はNo.2 G. inflata bed に対比される.

前述のように、大釈迦層の年代はほぼ1.55~0.65 Maと考えられる.したがって、大釈迦層中のG. inflata inflata の多産層準(OTA 6)は No.1 G. inflata bed と No. 2 G. inflata bed のどちらに対比しても矛盾 は生じない.しかし、この多産層準は大釈迦層上部ユ ニットの下部に認められること, 鶴ケ坂層は大釈迦層 を不整合に覆い, 両者にある程度の堆積間隙が存在す ることも考慮すると, 大釈迦層中に認められる G. inflata inflata 多産層準は No. 2 G. inflata bed である可 能性が高い.

以上のように、津軽地域および下北地域のG. inflata (s.l.) は同じ時間区間を表すと考えられる. さらに、G. ruber が産出した津軽平野東縁の大釈迦層の NAM1および2、津軽半島南東部の大釈迦層のSET 1、下北半島北東部の浜田層のCHI6は、いずれも No.2G. inflata bedより上位にあり、両層準の間に暖 流系浮遊性有孔虫化石が認められないことから、これ らも対比できると考えられる.

5) 古対馬海流の流路

津軽平野東縁の2層準で暖流系有孔虫化石が産出し たことは、前期更新世に少なくとも2回,短期間に暖 流がこの地域まで到達していたことを表す.津軽半島 南東部での暖流系有孔虫化石の産出から、畑・根本 (2005)は当時の暖流は現在の津軽峠を越えてむつ湾 西部を北上したと考えた.しかし、今日の津軽海峡で は津軽暖流のために堆積物が堆積していない(井内ほ か,1979;奥田,1993).現在の津軽峠に存在した当 時の海峡は、今日の津軽海峡と同様の幅しかなかった と考えられるので(図6)、暖流の主軸がここを流れ た場合津軽平野東縁や津軽半島南東部に堆積物が堆積 したとは考えにくい.したがって、当時の暖流の主軸



図6 Globigerinoides ruber を含む暖流の流入時における北海 道渡島半島から青函地域にかけての古地理と推定される 暖流の経路.渡島半島の古地理図は雁沢(1992)を一部 改変.

は今日の津軽海峡を通り,その傍流が今日の津軽半島 東部を南下し,津軽平野東縁まで到達し,これらの地 域に暖流系浮遊性有孔虫をもたらしたと考えられる. 同様に,下北半島北東部から産出する暖流系浮遊性有 孔虫も暖流の傍流によりもたらされたと考えると,当 時の暖流は今日と同様津軽海峡を通過し,その傍流が 今日の田名部低地帯に当たる海域を南下していたと考 えられる. 6. まとめ

青函地域に分布する下部更新統より産出した有孔虫 化石からは、これらの地層が暖流と寒冷な水塊が混合 する海域で堆積したと推定された.2層準での暖流の 強化が推定され、上位の方が暖流が高温であったと推 定された.これらの浮遊性有孔虫化石は、津軽海峡を 流れる海流から分岐した傍流が南下することによりも たらされた.

謝辞

本研究を進めるにあたり,熊本大学大学院自然科学 研究科の長谷川四郎教授,熊本大学沿岸域環境科学教 育研究センターの秋元和實助教授には,有益な討論を して頂いた.査読者である東海大学社会教育センター の柴 正博博士には本稿を改善する上で有益なご助言 を頂いた.以上の方々に深謝する.本論は2005年10月 22-23日に開催された第124回化石研究会例会での一 般講演の内容をまとめたものである.当日活発な討論 にご参加頂いた皆様にも記して感謝する.

引用文献

- 秋葉文雄(1981)北海道上磯地域.土 隆一編,日本 の新第三系の生層序及び年代層序に関する基本資料 [続編],文部省科学研究費総合研究(B)「日本の新 第三系の生層序・年代層序の総括」,pp.80.
- Domitsu, H. and Oda, M. (2005) Japan Sea planktic foraminifera in surface sediments : geographical distribution and relationships to surface water mass. *Paleontological Research* 9, 255-270.
- 雁沢好博(1992)西南北海道渡島半島の新第三系層序 と古地理.地質学論集 no. 37, 11-23.
- 花方 聡・渡邉和恵(2001)秋田県秋田市東部「貝の 沢温泉井」の鮮新統有孔虫化石および石灰質ナンノ 化石層序と古環境.地質学雑誌 107, 620-639.
- 半沢正四郎(1954)日本地方地質誌「東北地方」.朝 倉書店,東京,344 pp.
- 長谷川四郎(1989)日本海の沿岸性底生有孔虫群集. 高柳洋吉・石崎国熙編,日本列島の有孔虫, pp. 131-142. 東光印刷, 仙台.
- 長谷川四郎(1993) 底生有孔虫からみた日本の周辺海 域の温度分布 – 新生代海洋構造の解明に向けて – . 化石 no. 55, 17-33.
- 畑 元子・根本直樹 (2005) 津軽半島南東部に分布す る鮮新統~下部更新統の有孔虫化石群集. 化石 no. 78,21-31.
- 井内美郎・木下泰正・村上文敏(1979)西津軽海盆表 層堆積図. 地質調査所,川崎.

亀丸文秀・根本直樹(1991)青森県浪岡町に分布する

大釈迦層の有孔虫群集. 弘前大学理科報告 38,147-161.

- 金谷太郎・須槍和巳(1951)北海道松前半島中部の第 三系.新生代の研究 no. 9, 1-8.
- Kitamura, A., Takano, O., Takata, H. and Omoto, H. (2001) Late Pliocene-early Pleistocene paleoceanographic evolution of the Sea of Japan. *Palaeogeography*, *Palaeoclimatology*, *Palaeoecology* **172**, 81-98.
- 北村 信・藤井敬三(1962)下北半島東部の地質構造 について-とくに下北断層の意義について-.東北 大学理学部地質学古生物学教室邦文報告 no. 56, 43-56.
- Kitazato, H. (1978) Distribution of the Globigerina pachyderma (Ehrenberg) in the Kuril and Japan Basins and the fluctuation of coiling direction of G. pachyderma in the Core P 109. Geological Survey of Japan Cruise Report 11, 56-59.
- 工 藤 哲 郎 (1967) 新潟ベーズンにおける Foraminiferal Ratioの利用について.石油技術協会誌 32,304-305.
- 米谷盛寿郎(1978)東北日本油田地域における上部新 生界の浮遊性有孔虫層序.藤田一夫・市川浩一郎・ 市原 実・千地万造・弘原海清・藤田 嵩・高柳洋 吉編,日本の新生界(池辺展生教授記念論文集), pp. 35-60.池辺展生教授退官記念事業会.
- 的場保望・本間 登(1986) 西津軽沖日本海の現生底 生有孔虫の深度分布.的場保望・加藤道雄編,新生 代底生有孔虫の研究, pp. 53-78. 秋田大学鉱山学 部.
- 村松敏雄(1983)魚沼層群のフィッショントラック年 代値.地団研専報 26,63-66.
- 村岡洋文 (1991) 八甲田地熱地域の熱源系. 地質調査 所報告 no. 275, 113-134.
- 村岡洋文・高倉伸一(1988)10万分の1八甲田地熱地 域地質図説明書.特殊地質図,地質調査所,つく ば,27 pp.
- 根本直樹(1996) 浪岡町西部丘陵地下に分布する大釈 迦層の有孔虫群. 浪岡町史研究年報 no. 1, 55-69.
- 根本直樹 (1998) 浪岡町およびその周辺から得られた カリウム-アルゴン年代. 浪岡町史研究年報 no. 3, 53-61.
- 根本直樹(2000)津軽半島南東部に分布する大滝沢凝 灰岩部層のFT年代.青森県史研究 no. 5, 115-118.
- 根本直樹・吉本直一(2001)下北半島東部近川付近に 分布する浜田層の有孔虫化石群.化石 no. 69, 1-24.
- Nomura R. (1984) Cassidulinid foraminiferal provinces around Japan during the Latest Cenozoic. *Palaeogeography*, *Palaeoclimatology*, *Palaeoecology* 46, 185-202.

- Nomura, S. and Hatai, K. (1935) Pliocene mollusca from the Daisyaka shell-beds in the vicinity of Daisyaka, Aomori-ken, northeast Honsy, Japan. *Saito Ho-on Kai Museum Research Bulletin* no. 6, 83-142.
- 尾田太良・嶽本あゆみ(1992)浮遊性有孔虫から見た 黒潮流域における過去2万年間の海洋変動.第四紀 研究 31,341-357.
- Ogasawara, K. (1986) Notes on origin and migration of the Omma-Manganzian Fauna, Japan. *Palaeontological Society of Japan, Special Papers* no. 29, 227-244.
- 大串健一・根本直樹 (in press) 青森県青森市孫内地 域の地質と有孔虫化石. 弘前大学理工学部研究報告 9.
- 奥田義久(1993)下北半島沖海底地質図説明書. 地質 調査所,つくば,25 pp.
- 斎藤常正(1999) 最近の古地磁気層序の改訂と日本の 標準微化石層序.石油技術協会誌 64, 2-15.
- 佐藤時幸・亀尾浩司・三田 勲(1999)石灰質ナンノ 化石による後期新生代地質年代の決定精度とテフラ 層序.地球科学 53, 265-274.
- 佐藤時幸・高山俊明・加藤道雄・工藤哲朗(1987)日 本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序 その1:新潟地域.石油技術協会誌 52, 231-242.
- 佐藤時幸・高山俊明・加藤道雄・工藤哲朗・亀尾浩司 (1988) 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質 微化石層序 その4:総括-太平洋側および鮮新統 /更新統境界の模式地との対比.石油技術協会誌 53, 475-491.
- 菅原晴美・山口寿之・川辺鉄哉(1997)下北半島東部 の浜田層の地質年代. 化石 no. 62, 15-23.
- Tabuki, R. (1983) Palaeonenvironment of the Plio-Pleistocene Daishaka Formation Tsugaru Basin, Northeast Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N.S. no. 130, 61-78.
- Takayama, T. and Sato, T. (1987) Coccolith biostratigraphy of the North Atlantic Ocean, Deep Sea Drilling Project Leg 94. In: Ruddiman, W. F., Kidd, R. B., Thomas, E. et al., Init. Repts. DSDP, Washington (U. S. Govt. Printing Office) 94, 651-702.
- Takemoto A. and Oda, M. (1997) New planktonic foraminiferal transfer functions for the Kuroshio-Oyashio Current region off Japan. *Paleontological Research* 1, 291-310.
- 高田裕之(2000)有孔虫化石群集にもとづく富山県小 矢部市周辺の大桑層堆積時(後期鮮新世~前期更新 世)の古環境変遷. 化石 no. 67, 1-18.